

Утвержден

ГТЯН.441179.049РЭ-ЛУ

ЛОТОК ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ МОДЕЛЕЙ ФУНДАМЕНТОВ

Руководство по эксплуатации

ГТЯН.441179.049РЭ

## Содержание

1. Назначение стенда .....	2
2. Техническое описание конструкции стенда .....	2
3. Комплект поставки .....	5
4. Программное обеспечение Geotek-Foundation .....	6
4.1 Назначение программы .....	6
4.2 Функции, выполняемые программой.....	6
4.3. Условия, необходимые для выполнения программы .....	6
4.4. Загрузка и запуск программы .....	8
4.4.1. Главное окно программы .....	8
4.4.2. Описание испытания.....	9
4.4.3. Редактирование расположения датчиков .....	10
4.4.4. Выбор способа нагружения.....	11
4.4.5. Настройка параметров испытания в режиме пошаговой нагрузки.....	12
4.4.6. Настройка параметров испытания в режиме постоянной скорости нагрузки (кПа/мин).....	13
4.4.7. Настройка параметров испытания в режиме постоянной скорости нагрузки (мм/мин) .....	14
4.4.8. Результаты тестирования оборудования и корректировка штока шагового дви- гателя.....	15
4.4.9. Процесс испытания .....	17

## 1. Назначение стенда

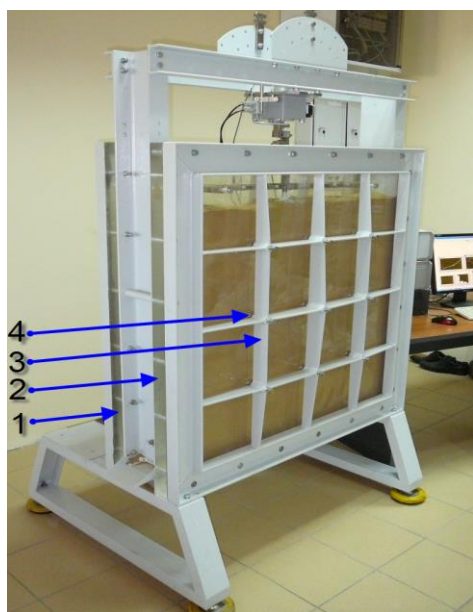
Стенд предназначен для проведения лабораторных и научно-исследовательских работ по специальности «Основания и фундаменты, подземные сооружения». Стенд позволяет проводить, в условиях плоской и осесимметричной деформации, испытания различных типов фундаментов или конструкций, заглубленные в грунт:

- модели ленточных фундаментов и фундаментных балок;
- модели свай и свайных фундаментов;
- модели шпунтовых ограждений и котлованов;
- модели подпорных стен;
- основания, армированные синтетическими материалами;
- трубопроводы и тоннели;
- модели анкерных фундаментов.

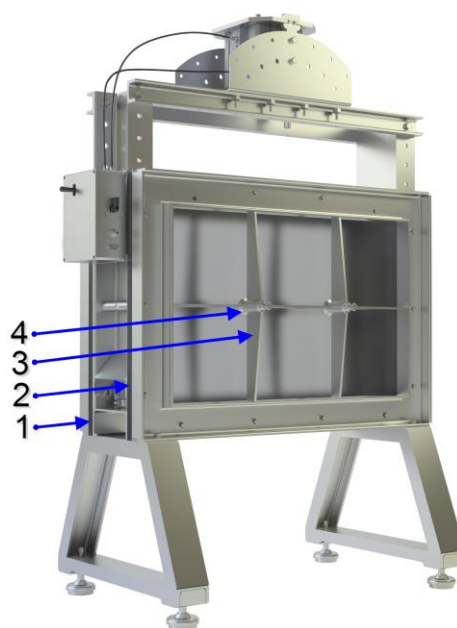
Используя методику цифровой обработки образов стенд позволяет измерить перемещения частиц грунта и построить поля деформаций сдвиговых и объемных деформаций [1 - 5].

## 2. Техническое описание конструкции стенда

Конструктивно стенд выполнен в двух вариантах, которые отличаются только размерами и устройством создания нагрузки. Первый, большой стенд (ГТ 0.7.1), имеет лоток с внутренними размерами: длина - 1072 мм; ширина - 156 мм; высота-1136 мм; общий вес без грунта - не более 420 кг. Второй, малый стенд (ГТ 0.7.2), имеет лоток с внутренними размерами: длина - 722 мм; ширина - 156 мм; высота -536 мм; общий вес без грунта – не более 300 кг.



(а)



(б)

Рис. 1. Стенд для испытаний моделей фундаментов: а – научно-исследовательские работы; б – лабораторные работы по дисциплине «Основания и фундаменты»

Стенды представляют собой (рис. 1) плоский лоток с прозрачными передней 1 и задней 2 стенками, выполненные из стекла (дуплекс) толщиной 12 мм. Для исключения про-

гиба прозрачных стенок применены две стальные решетки 3, в узлах которых находятся опорные шайбы 4.

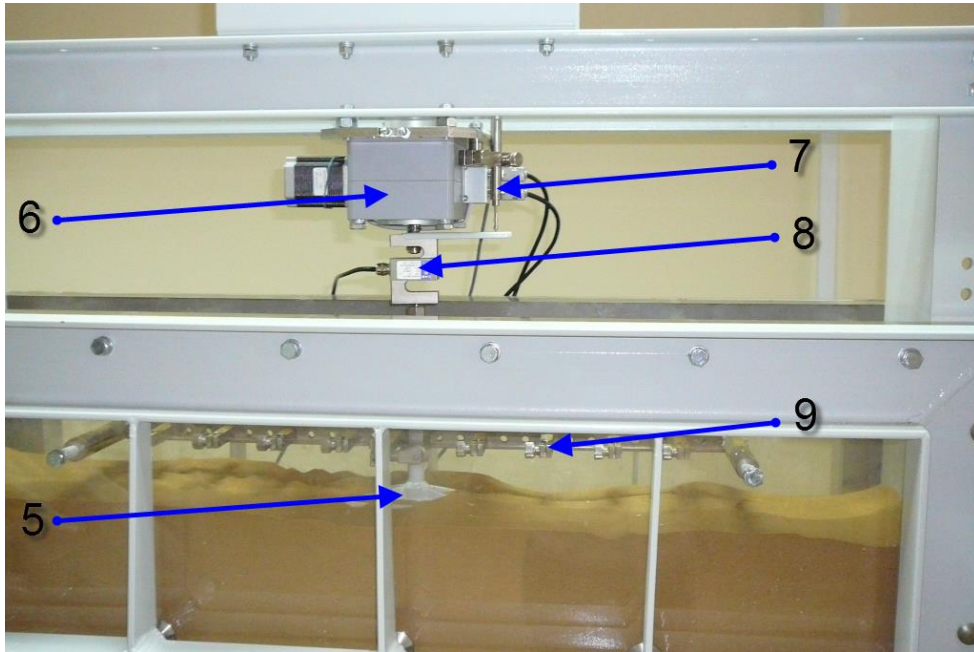


Рис. 2. Конструкция загрузочного устройства

Внешняя нагрузка (например, плоский штамп 5, рис. 2) создается степенями при помощи редуктора под управлением шаговым двигателем 6 и может прикладываться как вдавливающая, так и выдергивающая вертикально или наклонно, с углом наклона до  $60^\circ$  от вертикали. Вертикальное перемещение модели фундамента измеряется датчиком перемещения 7, а нагрузка датчиком силы 8. Деформация (осадка) поверхности грунта измеряется датчиками перемещения, которые закрепляются на траверсе 9 (рис. 2).

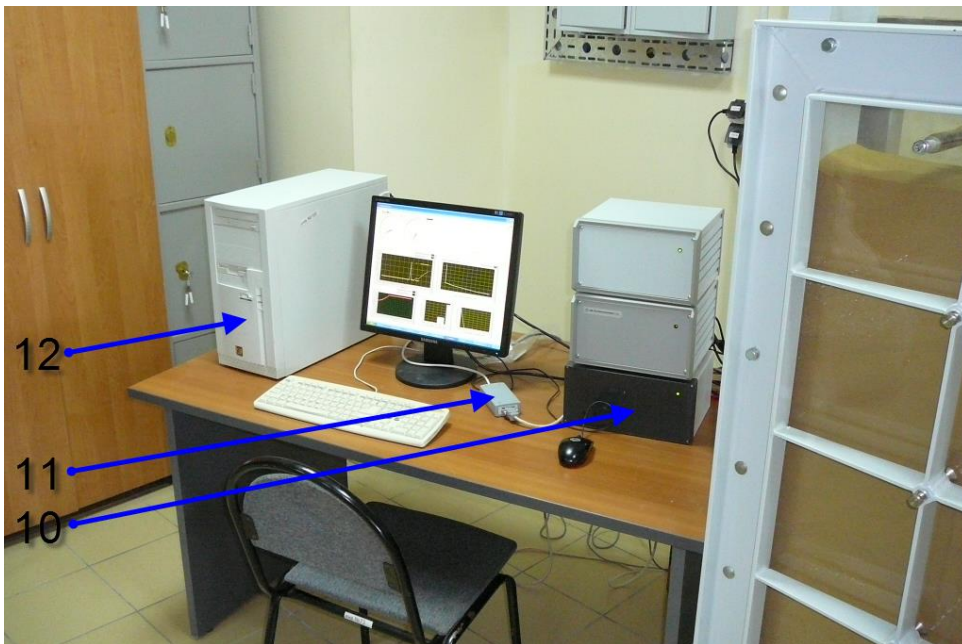


Рис. 3. Общий вид измерительной системы

Датчики перемещения 7 и силы 8 подключаются через блок электроники 10 и интерфейс 11 к персональному компьютеру 12. Для выгрузки песчаного грунта или иного сы-

пучего материала в основании стенда предусмотрены два открывающихся люка 13 и два контейнера 14 (см. рис. 4).

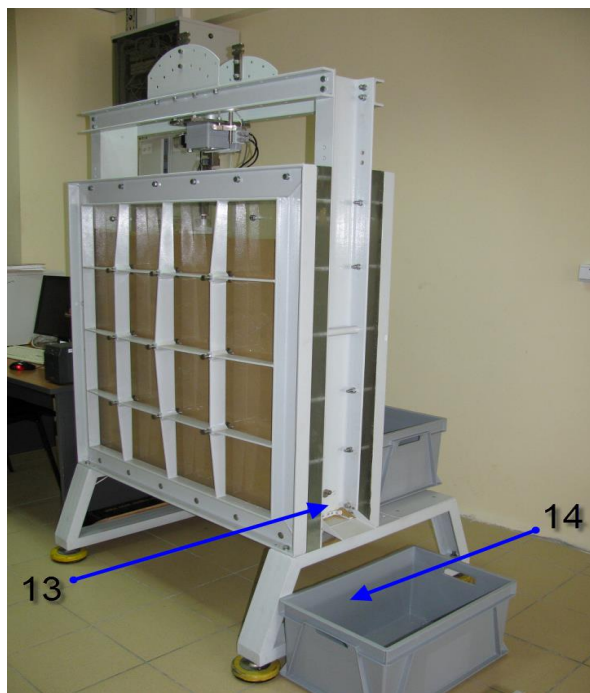


Рис. 4. Устройство для разгрузки песчаного грунта из лотка

Управление процессом испытаний выполняется автоматически с использованием программы Geotek-Foundation, которая разработана в среде Lab View. Программа имеет открытый доступ и может быть легко модифицирована пользователем для своих исследований.

### 3. Комплект поставки

В комплект стандартной поставки стенда входят:

- лоток;
- датчик силы:
  - малый стенд - SBA-500L с пределом измерения 500 кгс;
  - большой стенд - SBA-1T с пределом измерения 1000 кгс;
- датчик линейных перемещений PZ-12-S-095 с пределом измерения 100 мм;
- блок электронный преобразующий ГТ 6.0.18 на 8 каналов;
- штамп (модель плоского фундамента);
- модель плоского анкера;
- модель сваи/шпунтовой стенки;
- программное обеспечение Geotek-Foundation;
- методика проведения испытаний с определением полей деформаций.

По отдельному техническому заданию может быть выполнена любая модификация стенда, например с возможностью измерения: деформации поверхности; горизонтальных перемещений или углов поворота моделей; деформаций материала конструкций моделей; контактных напряжений и напряжений в массиве основания; полей деформаций массива основания и т.д.

## 4. Программное обеспечение Geotek-Foundation

### 4.1 Назначение программы

Программа «Geotek-Foundation» предназначена для автоматизированного управления проведением испытаний моделей фундаментов в лабораторных условиях.

### 4.2 Функции, выполняемые программой

Программа обеспечивает:

- ввод и хранение данных об испытаниях;
- управление работой (нагружение и разгрузка моделей);
- визуализацию процесса испытания;
- протоколирование хода испытания и хранение протокола.

### 4.3. Условия, необходимые для выполнения программы

Климатические условия эксплуатации, при которых обеспечиваются заданные характеристики, должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к техническим средствам в части условий их эксплуатации.

В состав технических средств должен входить персональный компьютер (ПЭВМ), включающий в себя, не менее:

- процессор x86 с тактовой частотой 2 ГГц и выше;
- оперативная память – не менее 512 Мб (рекомендуется 1 Гб);
- разрешение экрана – не менее 1024×768 (рекомендуется 1280×1024);
- свободное место на жестком диске для установки программы – не менее 80 Мб и дополнительное пространство для хранения результатов испытаний;
- свободный и доступный COM-порт для подключения блоков электронно-преобразующих.

Для работы «Geotek Foundation» необходимо следующее программное обеспечение:

- операционная система Microsoft Windows 98/2000/XP/Vista/7;
- Microsoft.NET Framework 3.5;

**П р и м е ч а н и е** – Microsoft.NET Framework не входит в состав поставляемого дистрибутива.

## 4.4. Загрузка и запуск программы

Загрузка и запуск программы осуществляется способами, детальные сведения о которых изложены в Руководстве пользователя операционной системы.

### 4.4.1. Главное окно программы

После успешного запуска программы на рабочем столе будет отображено **Главное окно** программы, где оператору предлагается выбрать необходимое действие.

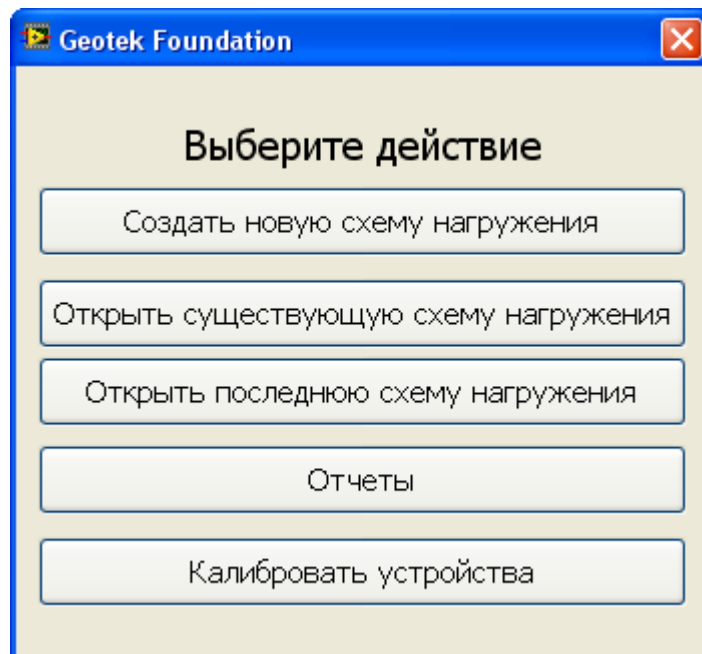


Рис. 5. Главное окно программы

Так, выглядит главная форма программы (см. рис. 5). Все действия в программе выполняются через главную форму.

При нажатии на первые из трех кнопок будет осуществлен переход к окну «Выбор грунта».

#### 4.4.2. Описание испытания

Ввод информации об испытании осуществляется в окне «Описание испытания» (см. рис. 6). Рекомендуется давать подробное описание испытания.

Geotek Foundation

### Описание испытания.

Пользовательская база данных

№ испытания:  
31

Грунт:  
Песок

Описание:  
Определение напряженно-деформированного состояния основания, в условиях плоской деформации.

Выход    Назад    Вперед

Рис. 6. Ввод информации об образце грунта

После завершения ввода параметров нажать кнопку «Вперед».



### 4.4.3. Редактирование расположения датчиков

Форма позволяет расположить датчики перемещения и датчики давления для последующего опыта (см. рис. 7).

Длина лотка (см): 1070  
 Ширина лотка (см): 16  
 Высота лотка (см): 98  
 Площадь штампа (см<sup>2</sup>): 181,5  
 - эксцентриситет (мм) 0  
 - грунтовое основание  
 - прикладываемая нагрузка  
 - точки измерения деформации  
 - штамп (модель фундамента)

Вкл.	Датчик	Расстояние от левого края (длина), см	Расстояние от левого края (ширина), см	Коеф. стабилизации	Центральный датчик
<input checked="" type="checkbox"/>	ДП1	535	8,25	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	ДП2	295,71	8,25	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	ДП3	391,43	8,25	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	ДП4	487,14	8,25	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	ДП5	582,86	8,25	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	ДП6	678,57	8,25	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	ДП7	774,29	8,25	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	ДП8	870	8,25	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Вкл.	Датчик	Расстояние от левого края (длина), см	Расстояние от левого края (ширина), см
<input checked="" type="checkbox"/>	ДД1	535	8,25
<input type="checkbox"/>	ДД2	487,14	8,25
<input type="checkbox"/>	ДД3	582,86	8,25
<input type="checkbox"/>	ДД4	678,57	8,25

Выход    Назад    Вперед

Рис. 7. Редактирование расположения датчиков

Форма позволяет редактировать расположение датчиков. Среди датчиков перемещения указываются те, показания которых участвуют в ожидании стабилизации деформации. Имеется возможность исключать датчики из опыта. Изображение можно масштабировать с помощью кнопок .

После завершения настройки схемы эксперимента нажать кнопку «Вперед».



В таблице «Ступени нагружения», колонка «№ ступени» - отображает номер нагружения;  
«Нагрузка, кПа» - задает величину давления которую нужно создать на данном этапе;  
«Степень разгрузки» - задает номер ступени, на которую будет происходить циклическое нагружение-разгрузка;  
«Количество циклов» - отображает количество циклов нагружение-разгрузка.  
После завершения ввода параметров нажать кнопку «Вперед».

#### 4.4.6. Настройка параметров испытания в режиме постоянной скорости нагрузки (кПа/мин)

В режиме постоянной скорости нагружения (кПа/мин), оператору предлагается настроить параметры испытания (см. рис. 10):

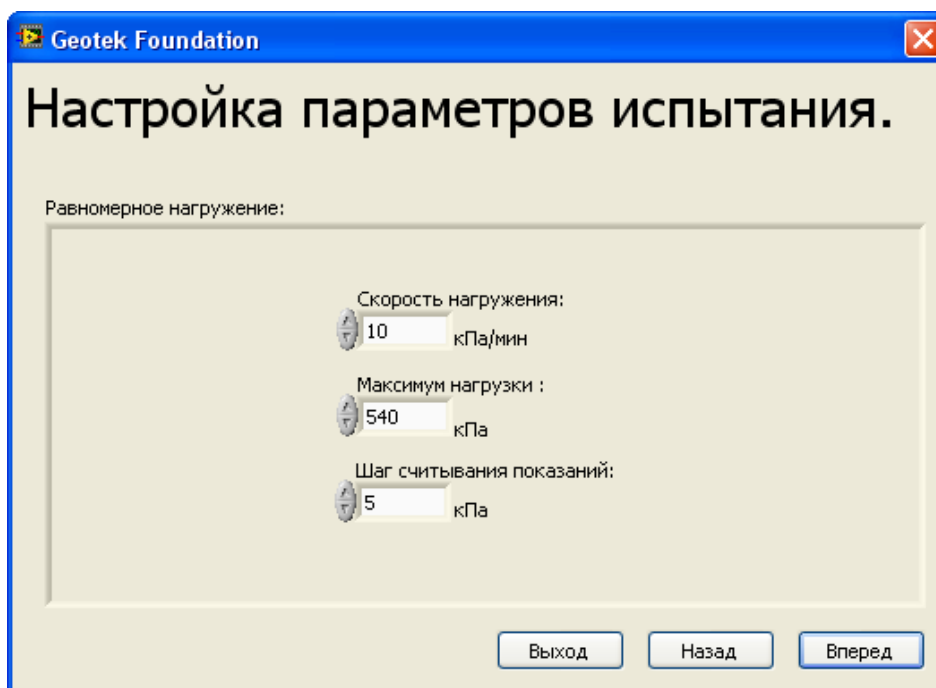


Рис. 10. Настройка параметров испытания в режиме постоянной скорости нагружения (кПа/мин)

Испытатель задает скорость нагружения в кПа/мин, предельное нагружение (после которого испытание будет завершено), и шаг снятия показаний(шаг, через который проводится протоколирование текущего состояния, а также будет проводиться фотосъемка состояния грунта).

После завершения ввода параметров нажать кнопку «Вперед».

#### 4.4.7. Настройка параметров испытания в режиме постоянной скорости нагрузки (мм/мин)

В режиме постоянной скорости нагружения (мм/мин), оператору предлагается настроить параметры испытания (см. рис. 11):

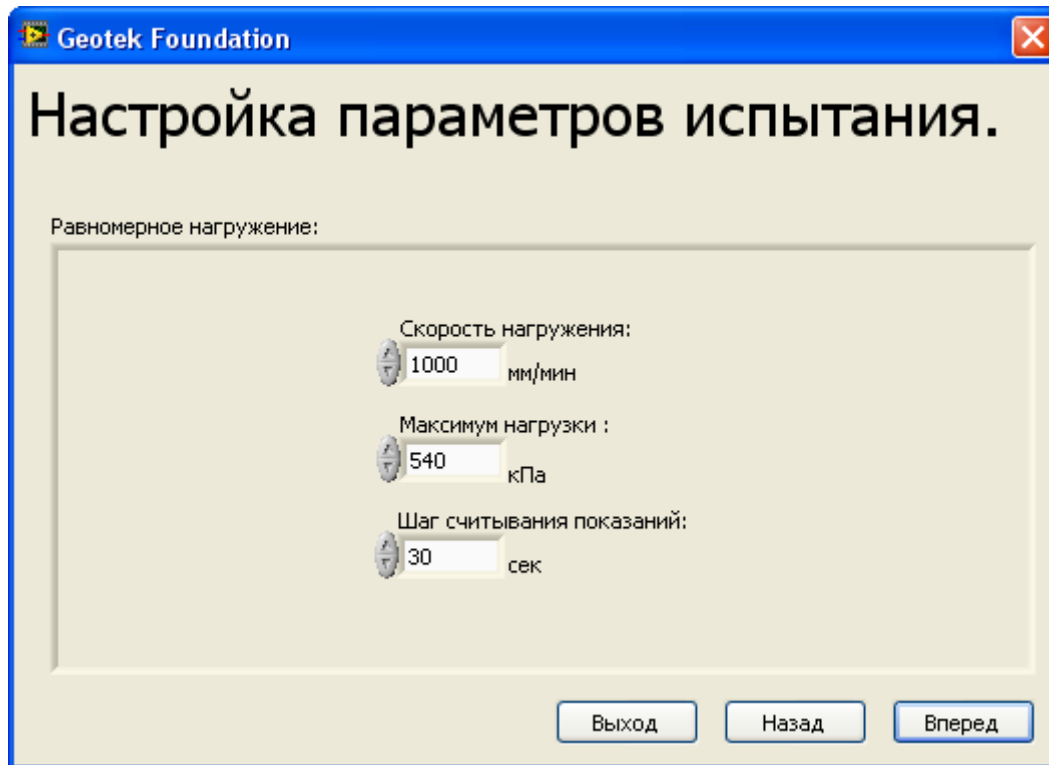


Рис. 11. Настройка параметров испытания в режиме постоянной скорости нагружения (мм/мин)

Испытатель задает постоянную скорость движения штока скорости в диапазоне от 0,003 – 5 мм/мин.), предельное нагружение (после которого испытание будет завершено), и шаг снятия показаний(время, через которое проводится протоколирование текущего состояния образца грунта, а также будет проводиться фотосъемка состояния грунта).

После завершения ввода параметров нажать кнопку «Вперед».

#### 4.4.8. Результаты тестирования оборудования и корректировка штока шагового двигателя

Перед началом опыта оператору необходимо проверить работоспособность датчиков и вывести шток шагового двигателя в начальное положение (см. рис. 12).

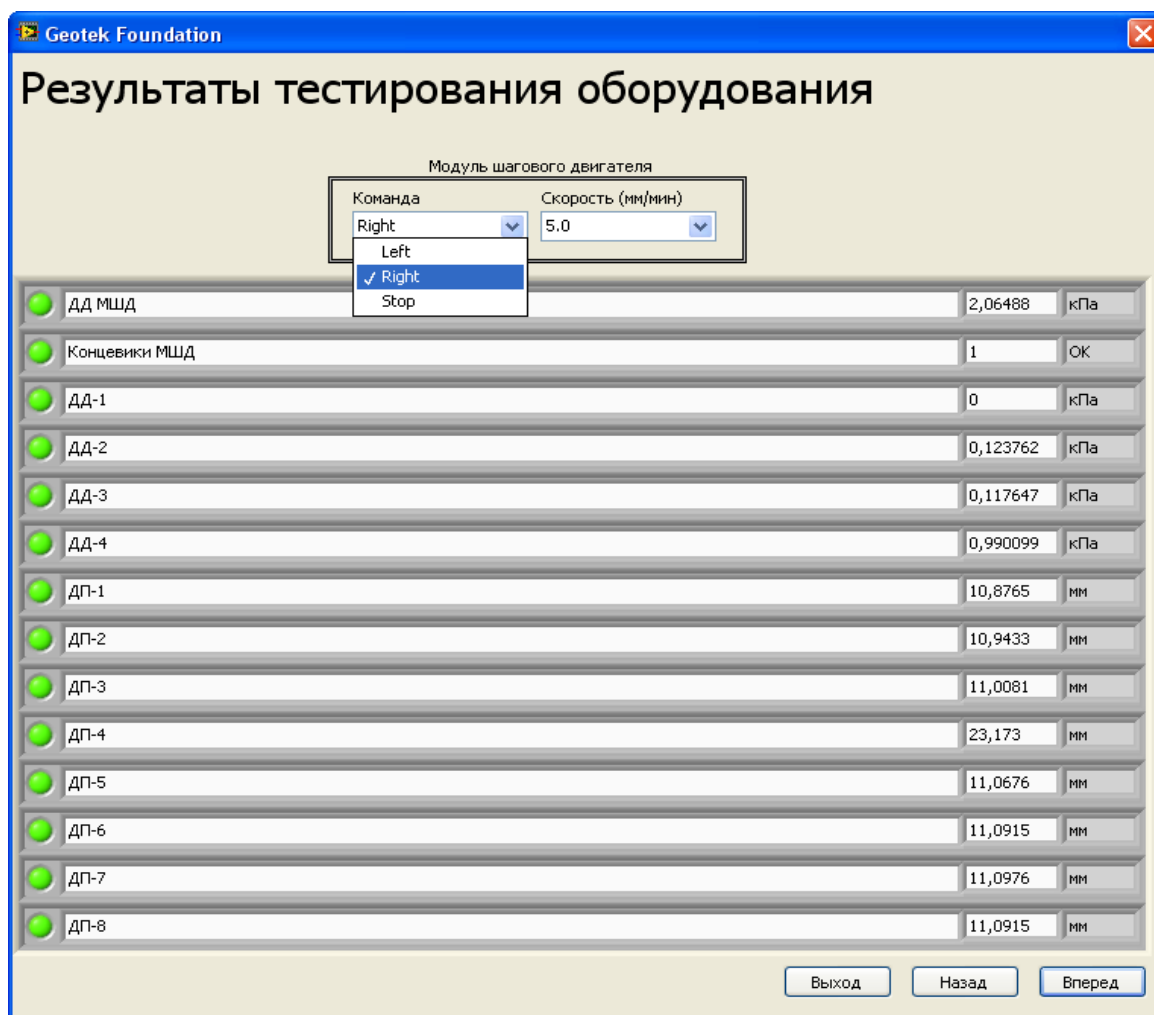


Рис. 12. Результаты тестирования оборудования и корректировка штока шагового двигателя

В поле «Порт устройства» выбирается порт к которому присоединены электронно-преобразующие блоки (программа и блоки работают только с СОМ интерфейсами)

В области «Модуль шагового двигателя» - у оператора есть возможность вывести шток шагового двигателя в начальное положение с помощью команд

- Left - Вверх;
- Right - Вниз;
- Stop - Остановка

Работоспособные датчики отмечаются в таблице зелеными индикаторами.

Неработоспособные – красными.

В первом столбце таблицы отображаются названия устройств (см. табл. 1)

## Сокращения названий устройств

ДД МШД	датчик давления модуля шагового двигателя
Концовики МШД	конечное растяжение/сжатие штока шагового двигателя
ДП	датчик перемещения
ДД	датчик давления

В последних 2-х столбцах выведены текущие показания измерительных каналов. После завершения ввода параметров нажать кнопку «Вперед».

## 4.4.9. Процесс испытания

После настройки всех параметров будет начат процесс испытания. На форме (см. рис. 13) оператор может наблюдать за проведением хода испытания:

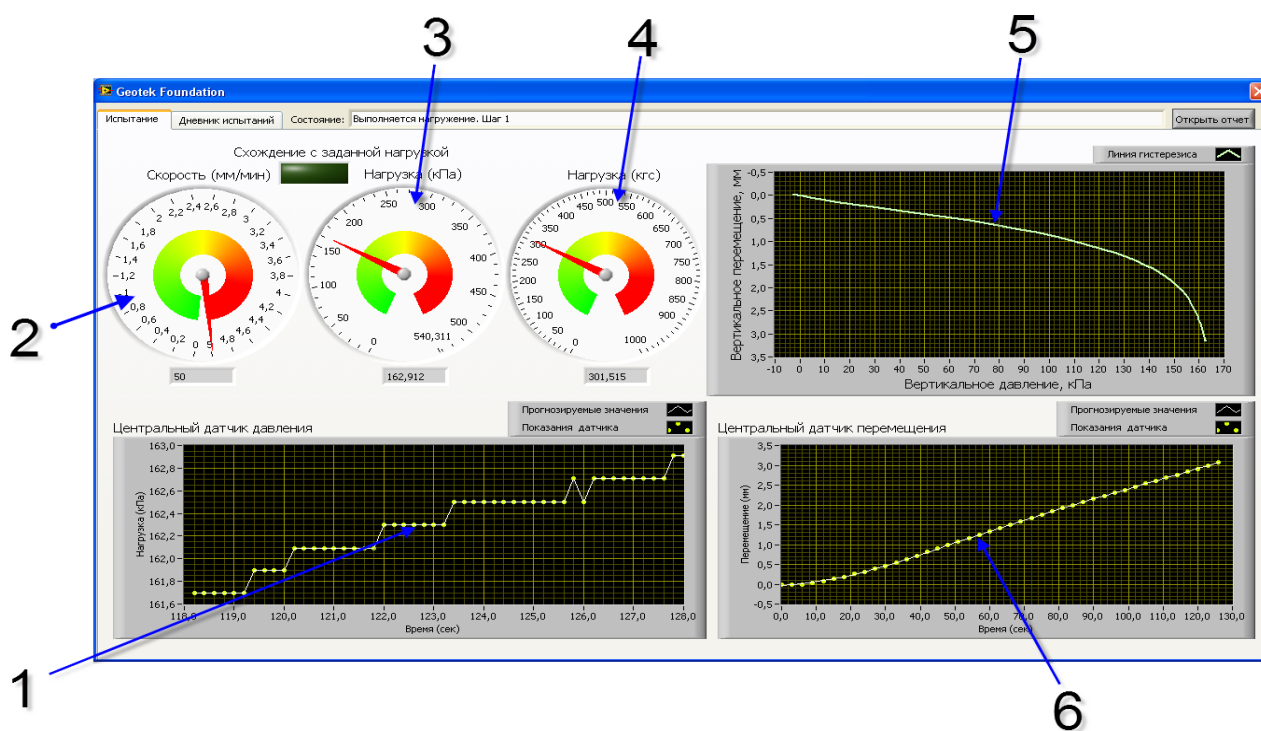


Рис 13. Процесс испытания: 1 - индикатор скорости; 2- график «нагрузка-время»; 3 - индикатор нагрузки (кПа); 4 - индикатор нагрузки (КГС); 5 - график «график нагрузка (кПа) – осадка (мм); 6- график «осадка (мм) – время (сек)»

В процессе проведения эксперимента, оператор может оставлять записи о ходе испытания в дневнике испытаний.

По завершению испытания оператору будет предоставлен отчет, содержащий информацию об испытании.

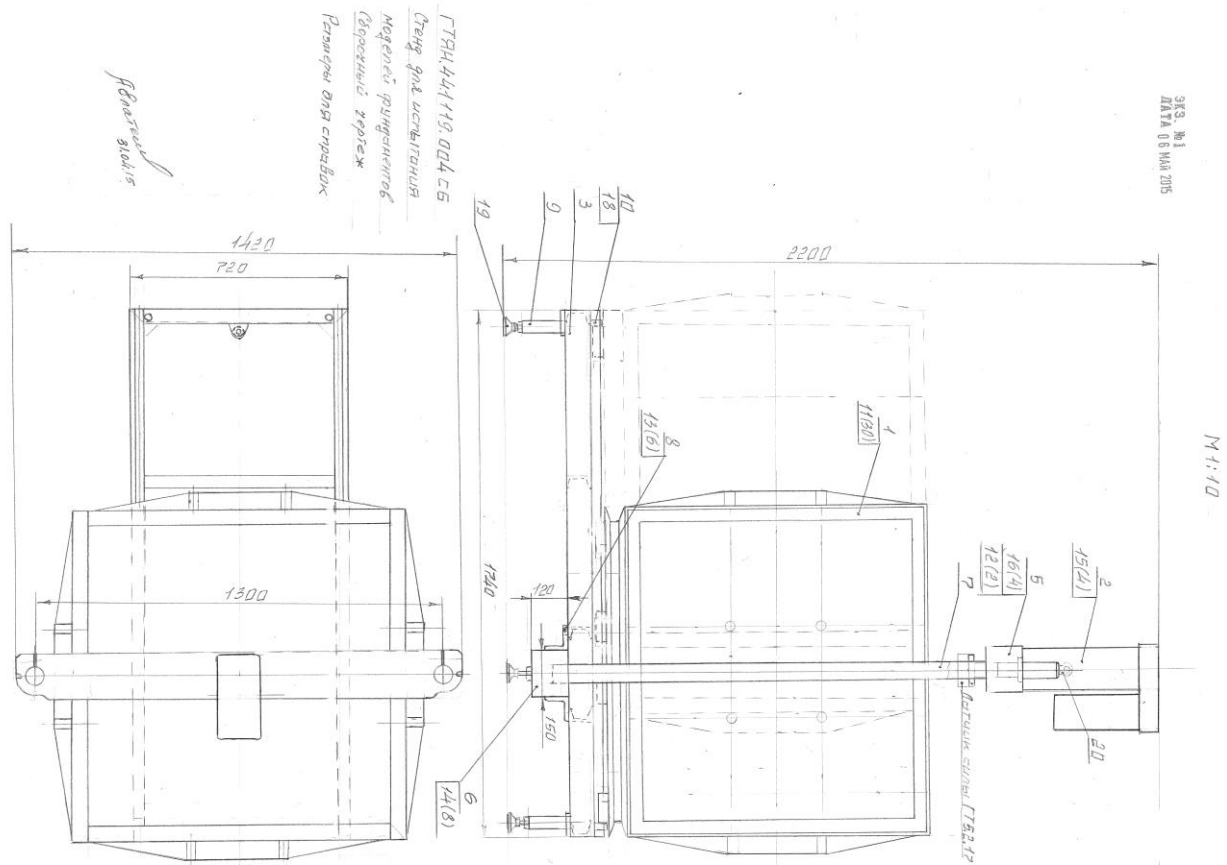


Рис. 14. Проект лотка для испытаний моделей в условиях пространственной деформации

На рис. 14 показан эскизный проект стенда для испытаний моделей фундаментов в условиях трехмерной деформации. Стенд включает раму (7) с электромеханическим нагрузочным устройством 500 кН (2) и лоток (1). Лоток имеет возможность смещения в горизонтальной плоскости из под нагрузочной рамы. Две противоположные стенки лотка выполнены из стекла и имеют возможность смещения в горизонтальном направлении. Это позволяет из пространственного превратить лоток для испытаний моделей фундаментов в условиях плоской деформации. В этом случае возможно измерение деформаций массива грунта методом цифровой обработки образов.

В состав поставки изделия входят датчики перемещений, мессдозы и датчики силы их количество определяется заказом.

### Литература

1. Мельников А.В., Болдырев Г.Г. Исследование характера деформирования песка в процессе статического зондирования // ОФМГ, 2014 – № 6. – С. 8-16.
2. Мельников А.В. Прочность и деформируемость слабых грунтовых оснований, усиленных армированием: монография / А.В. Мельников, О.В. Хрянина, С.А. Болдырев. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 176 с.
3. Мельников А.В., Новичков Г.А., Болдырев Г.Г. Исследование деформированного состояния песчаного основания с использованием метода цифровой обработки образов // Геотехника. – 2012. – №1. – С. 28-41.
4. Мельников А.В., Болдырев Г.Г., Барвашов В.А. Фотофиксация и компьютерная обработка перемещений частиц грунта под моделью фундамента на армированном и

неармированном песчаном основании // Механика грунтов в геотехнике и фундаментостроении: мат-лы всеросс. науч.-техн. конф. – Новочеркасск: ЮОГТУ (НПИ), 2012. – С. 191-197.

5. Процедура определения полей деформаций в песчаных и глинистых грунтах методом PIV (на сайте <http://npp-geotek.com/eksperimental-nyye-issledovaniya>).